

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY IN BRATISLAVA
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

Reg. No.: FEI-12306-20912

Visual Human Recognition and Identification

Dissertation thesis

2016

Ing. Ľuboš Omelina

VRIJE UNIVERSITEIT BRUSSEL
DEPARTMENT OF ELECTRONICS AND INFORMATICS

SLOVAK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
IN BRATISLAVA

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND INFORMATION TECHNOLOGY

THESIS SUBMITTED IN FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE AWARD OF THE DEGREE OF
DOCTOR IN DE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
(DOCTOR IN ENGINEERING) AND DOCTOR IN
APPLIED INFORMATICS

Visual Human Recognition and Identification

Advisors:

Prof. Miloš ORAVEC
Prof. Bart JANSEN

Author:
Ľuboš OMELINA

Study programme:
Applied Informatics

Study field:
9.2.9. Applied Informatics

Brussels, August 2016

Abstract

Human identification, particularly face recognition, is a task performed by humans for thousands of years with a very high accuracy. Automatic identification, performed by computers, emerged first from law enforcement applications but quickly found its way to other civilian applications and the everyday life. As the smart home concept begins to take shape, alongside accessible biometric systems more broadly, an integrated and reliable identification may transform our home to a stream of personalized data. Vast improvements in processing the data can radically change different aspects of our life from comfort to our indispensable health. Modern sensors, e.g. high resolution and depth sensing cameras, became widely used, mainly thanks to the gaming industry. These sensors are able to provide posture information next to the color image for identifying and tracking multiple people in a home environment. Since the sensors are already deployed, new applications are emerging for instance in gaming; in automation related to the hybrid broadcast broadband TV and related services; or health, like exergames, serious games and tele-rehabilitation.

In this thesis we focus on human identification, in particular on face and iris recognition which offer the least intrusive identification, hence can be used within a smart home without discomfort. In the last two decades the state-of-the-art performance of face recognition improved rapidly, even though it still remains an open problem in unconstrained environment. In this thesis we analyze different face recognition methods and contribute by proposing a new method (based on local binary patterns) which offers trade-off between recognition accuracy and performance, hence is suitable for in-home use. We simplified the training procedure by *(i)* improving the accuracy of the method when only small number of samples (or even a single sample) is available, *(ii)* selecting appropriate samples (using a clustering algorithm) from camera stream to avoid redundancies in the training set.

We complement the imperfections of face recognition with recognition based on the iris (which currently offers superior recognition rates). We improved iris coding stage the de-facto standard iris recognition method. In addition we have proven that iris can be recognized also from the color cameras of standard mobile devices. This could help to transform millions of existing mobile devices to personalized iris recognition scanners, hence help to improve the privacy of people.

We propose a novel concept of a platform designed particularly for serious games used in physical rehabilitation, suitable also for in-home use. This platform is

unique middleware that decouples sensor devices, games and data analysis. Interconnection of different parts can be done through a novel interface that allows therapists to “*re-program*” the exercises rapidly without unnecessary knowledge of technical details. Part of the platform is also a proposed method for interaction detection (incorporating also biometric identification) between the patient and the therapist. This method help with the objective and automated assessment of the patient’s state during the therapy.

Abstrakt

Identifikáciu jednotlivcov, konkrétnie rozpoznávanie tvári, vykonávajú ľudia s veľmi vysokou presnosťou už tišíky rokov. Automatická identifikácia, vykonávaná počítačmi, bola najprv používala v kriminalistike, ale rýchlo našla uplatnenie aj v iných oblastiach bežného života. V rýchlo sa rozvíjajúcim koncepte inteligenčných domácností a s využitím dostupnými biometrickými systémov, by identifikácia jednotlivcov mohla transformovať naše domácnosti na zdroj personalizovaných informácií. Výrazné vylepšenie spracovania informácií môže radikálne zmeniť rôzne aspekty nášho života, od nášho pohodlia až po zdravie. Moderné senzory, napríklad kamery s vysokým rozlíšením a rozpoznávaním hľbky, sú vo veľkom používané, najmä v hernom priemysle. Tieto senzory dokážu zaznamenať postavu človeka spolu s farebným obrazom, ktorý môže byť použitý na identifikáciu a sledovanie viacerých osôb v domácom prostredí. Kedže ľudia tieto senzory už používajú, vzniká tak sa možnosť pre tvorbu nových aplikácií napríklad v hernom priemysle, v automatizovaní súvisiacom s hybridnými TV prijímačmi alebo v oblasti zdravia, kde vznikajú tzv. exergamcs, hry s vážnym zámerom a možnosti rehabilitácie na diaľku.

V tejto dizertačnej práci sa zameriavame na identifikáciu jednotlivca, konkrétnie na rozpoznávanie na základe tváre a dúhovky, ktoré je možné zosnímať bez zníženia komfortu, v inteligenčných domovoch a domácnostíach. Presnosť a výkon metód rozpoznávania na základe tvári sa v posledných dvoch desaťročiach výrazne zlepšila, no napriek tomu ostáva toto rozpoznávanie v nekontrolovaných podmienkach aj naďalej otvoreným problémom. V tejto práci analyzujeme rôzne metódy rozpoznávania na základe tváre a navrhujeme novú metódu (založenú na lokálnych binárnych vzoroch), ktorá je kompromísu medzi presnosťou rozpoznávania a výkonnosťou, vhodná na použitie v domácnostíach. V tejto metóde sme zjednodušili trénovanie *(i)* zlepšením presnosti metódy pri použití malého počtu trénovacích vzoriek (ale dokonca len jednej vzorky) *(ii)* výberom vhodných vzoriek z kamery (zhlukovaním) tak, aby sme sa vyhli redundanciam v trénovacej množine.

Nedostatky rozpoznávania tvári sme sa rozhodli kompenzovať použitím rozpoznávania na základe dúhoviek (ktoré dnes dosahuje výšie presnosti rozpoznávania). Pomocou novej metódy sme zlepšili štandardnú metódu kódovanie dúhovky. Okrem toho sme dokázali, že dúhovka môže byť rozpoznaná aj z farebného obrazu zuchyteného kamerou bežných mobilných zariadení. Tento prístup môže umožniť využiť milióny existujúcich mobilných zariadení ako osobných skenerov dúhovky, napríklad na lepšie zabezpečenie osobného

súkromia.

Navrhli sme nový koncepciu platformy pre hry s serióznym zámerom použité v rehabilitácii, vhodné tiež na použitie pre tele-rehabilitáciu. Navrhnutá platforma je unikátny koncepciu oddelujúci a abstrahujúci vstupné zariadenia, samotné hry a spôsob analýzy dát. Prepojenie jednotlivých častí je možné v jedinečnom rozhraní, v ktorom môže terapeut preprogramovať rehabilitačné cvičenie bez technických znalostí. Súčasťou platformy je aj navrhnutá metóda na detektovanie interakcie (s využitím biometrickej identifikácie) medzi pacientom a terapeutom. Táto metóda pomôže s objektívnym a automatizovaným zhodnotením stavu pacienta počas terapie.